

О.Є. Доля¹, К.В. Доля²

¹Харківський національний університет радіоелектроніки, Україна

²Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Україна

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ЗМІН ПАРАМЕТРІВ СИСТЕМИ ПЕРЕВЕЗЕНЬ

Доведено, що при зміні параметрів розподілу пасажиропотоків між автомобільною та залізничною маршрутними мережами кількісні значення середньої довжини маршрутної та середньої мережної дальності їздки змінюються менше ніж на 0,01%, а коефіцієнт перерсаджуваності залишається незмінним. Визначено, що зміна швидкості маршрутної їздки є таким фактором який не впливає на кількісні значення кількості пересувань у мережі, коефіцієнту перерсаджуваності, середньої дальності маршрутної їздки. Одночасно доведено існування поліномної залежності середньосистемного коефіцієнту використання пасажиромісткості та кількості автобусів від швидкості маршрутної/мережної їздки. Функції перерозподілу обсягів перевезень відносно будь-якого маршруту різних видів транспорту, при сталій загальній кількості пересувань, обумовлює збільшення кількості перевезених пасажирів, транспортної роботи маршрутної мережі, середньосистемного коефіцієнту заповнення салону, кількості транспортних засобів.

Ключові слова: транспортна система, маршрут міжміського пасажирського транспорту, базові параметри перевезень, ефективність, модель.

Постановка проблеми

У роботі було розглянуто питання дослідження основи системи міжміських пасажирських маршрутних перевезень. Встановлено, що системи міжміських пасажирських маршрутних перевезень не є ізольованими. Цим обумовлюється вплив середовища на кількісні показники параметрів функціонування даних систем, що відбувається завдяки можливості кількісних змін входних в систему параметрів. Визначено, що сучасний стан наукових підходів не в повній мірі враховує взаємозв'язок елементів системи міжміських пасажирських маршрутних перевезень при розрахунку базових параметрів функціонування даної системи. Доведено, що питання подальшого розвитку наукових підходів щодо особливостей урахування взаємного впливу кількісних характеристик елементів системи міжміських пасажирських маршрутних перевезень є актуальним й підлягає дослідженню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сучасні наукові підходи щодо планування параметрів транспортних систем визначають методи, які спираються на врахування пасажирських кореспонденцій між вузлами транспортної мережі. Авторами у роботі [1] представлено підхід до інтелектуального планування маршруту в системах громадського транспорту. Підхід фокусується на формальному моделюванні полу динамічного інтелектуального планування і оптимізації маршруту. З цією метою

важливо мати добре розроблену формальну модель, яка покриває і космічні аспекти в реальному часі. Запропоноване рішення дозволяє розробникам розширити систему громадського транспорту з додатковими маршрутами, які створюються динамічно на основі запитів від пасажирів. Модель може бути застосована в рамках сталого міста як для (повністю або частково) автономних транспортних систем і систем підтримки прийняття рішень смарт-транспортної систем. В роботі [2] розроблені вертикальні автобусні маршрути, які досягають системи залізничних станцій, а також автобусні лінії, які мають зв'язок з центром міста, перетворюючись в регіональні автобусних лінії. Автори [3] розглядали питання проблем планування маршрутів системах громадського транспорту та запропоновано подання мультимодальної транспортної мережі, за допомогою алгоритму багатокритеріальної маршрутизації для моделювання. У роботі авторів [4] визначено модель ймовірнісного процесу автобусного сполучення. Автори [5] визначили, що вибір маршруту безліччю пасажирів грає першорядну роль в оцінці потоків і прогнозуванні попиту. У роботі [6,7] розглядалось питання встановлення часу надання транспортної послуги залежно від розташування зупиночних пунктів. Автори у своїй праці [8-9] розкрили питання оцінки кількості перевезених пасажирів системою громадського транспорту із врахуванням поведінкової моделі людей і їх впливу на вибір способу перевезення. Авторами [7,9] визначено параметри оптимізації транзитного залізничного маршруту

і автобусних маршрутів транзитного коридору. Результатом дослідження є визначення багатоцільової моделі, що максимізує залізничний транзитний пасажиропотік і мінімізувати загальний час пасажирського транзитного шляху.

Мета та завдання статті

Об'єктом роботи – є процес функціонування залізничних перевезень.

Предметом роботи – є міжбласна мережі інфраструктурних об'єктів.

Метою роботи – є визначення закономірностей функціонування системи для отримання механізмів керування подібними системами.

Виклад основного матеріалу дослідження

Відповідно до розглянутого в роботі, між пасажирськими маршрутними системами відбувається процес перерозподілу пасажирських кореспонденцій. Визначено, що на кількісні показники даного перерозподілу (вибір пасажиром мережі) впливає комплекс характеристик альтернативних маршрутних мереж. Можна припустити, що із перерозподілом пасажирських транспортних кореспонденцій відбуваються коливання фактичних значень кількісних показників базових показників функціонування самих маршрутних мереж. Для визначення закономірностей змін визначених параметрів від перерозподілу пасажирських транспортних кореспонденцій між мережами проведено відповідні розрахунки для набору варіантів визначеного перерозподілу пасажиропотоків між автомобільною та залізничною мережами.

Залежність 1 запропоновано вжити для визначення функції перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на видах транспорту (FP):

$$FP = \frac{k_{PR} \cdot k_{IFL} \cdot k_{\tau} \cdot PR_{сер} \cdot IFL_z \cdot IFL_{сер} \cdot \sum_{i=1}^n P_i}{\sum_{i=1}^n (k_{PR} \cdot k_{IFL} \cdot k_{\tau} \cdot PR_{сер} \cdot IFL_z \cdot IFL_{сер} \cdot P_i)} \quad (1)$$

де: PM_{zv} – кількість пасажиромісць на маршрутах виду транспорту V;

Iz – інтенсивність руху транспортних засобів на маршруті Z;

k_{PR} , k_{IFL} , k_{τ} – відповідно коефіцієнти, що враховують вагу відповідного параметру;

τ_z та $\tau_{сер}$ – відповідно час руху на маршруті Z та середній час руху на альтернативних маршрутах;

PR_z та $PR_{сер}$ – відповідно ціна за проїзд на маршруті Z та середня на альтернативних маршрутах;

IFL_z та $IFL_{сер}$ вимірюють як рівень втоми пасажирів на маршруті Z і середній на альтернативних маршрутах (інтерпретується коефіцієнтом заповнення салону).

За результатами проведення розрахунків отримано базові показники функціонування мереж для

наступного набору розподілу пасажиропотоків, саме: 15/85%, 20/80%, 25/75%, 30/70%, 35/65% та 40/60%. Результати розрахунків зведено у таблиці 1. та 2.

Таблиця 1

Базові показники функціонування автомобільної маршрутної мережі при обслуговуванні 15%, 20%, 25%, 30%, 35% та 40% загального пасажиропотоку – FP

Базовий показник функціонування	Значення функції перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на автомобільному виді транспорту (FP)		
	15%		40%
Кількість пересувань – $P_{авт. од.}$	6047		16124
Обсяг перевезень $Q_{авт.}$, тис. пас.	7053,4		18807,93
Коефіцієнт перерсаджуваності – $k_{пер.}$	1,17		1,17
Транспортна робота $W_{авт.}$, пас./км.	2770004		7385649,5
Середні дальність маршрутної їздки – $l_{сер.м.авт.}$, км.	415,06	---	415,03
Середня дальність мережної їздки – $l_{сер.мер.авт.}$, км.	458,08		458,05
Середньосистемний коеф. використання пасажиромісткості – $k_{сал.мер.авт.}$	0,24		0,32
Потрібна кількість автобусів – $A_{авт.}$, $q=40$	183		364

Таблиця 2

Базові показники функціонування залізничної маршрутної мережі при обслуговуванні 85%, 80%, 75%, 70%, 65% та 60% загального пасажиропотоку – FP.

Базовий показник функціонування	Значення функції перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на залізничному виді транспорту (FP)		
	85%	--	60%
Кількість пересувань – $P_{жд. од.}$	34263,01		24185,98
Обсяг перевезень $Q_{жд.}$, тис. пас.	41410,21		29229,2
Коефіцієнт перерсаджуваності – $k_{пер.}$	1,21	--	1,21
Транспортна робота $W_{жд.}$, пас./км.	19526466		13783906
Середні дальність маршрутної їздки – $l_{сер.м.жд.}$, км.	526,72		526,75

За отриманими результатами проведених розрахунків із використанням кількісних значень розрахованих базових показників функціонування мереж для розподілу FP між автомобільною та залізничною мережами отримано можливість побудови графіків змін визначених параметрів. На рис. 1 зображено графік зміни кількості пересувань у автомобільній маршрутній мережі при зміні розподілу FP між автомобільною та залізничною маршрутними мережами.

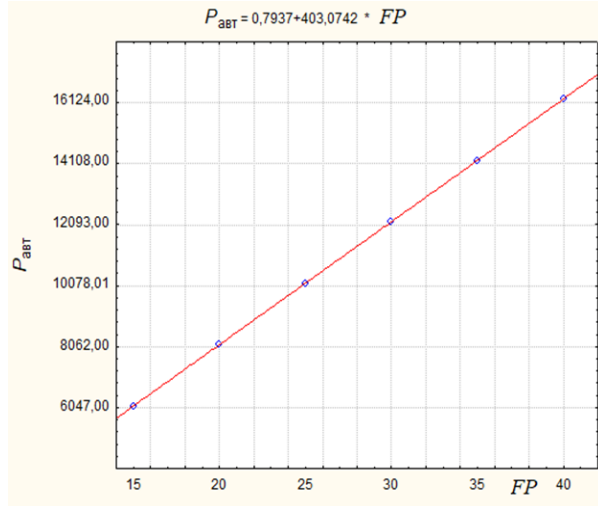


Рис. 1. Графік зміни кількості пересувань у автомобільній маршрутній мережі при зміні розподілу FP між автомобільною та залізничною маршрутними мережами

Побудуємо функцію (2) відгуку для $P_{авт}$ – кількості пересувань автомобільними маршрутами.

$$P_{авт} = 0,7937 + 403,0742 \cdot FP \quad (2)$$

де: $P_{авт}$ – кількість пересувань автомобільними маршрутами;

FP – значення функції перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на залізничному виді транспорту.

Проведемо розрахунки за залежністю (2) й порівняємо отримані результати із базовими даними. Результати розрахунків зведено у таблицю 3.

Таблиця 3

Результати розрахунку $P_{авт}$ – кількість пересувань автомобільними маршрутами за залежністю (2).

$P_{авт}, од$	$P'_{авт}$ розраховане, од	Відхилення між $ P'_{авт} $ та $ P_{авт} $, %
6046,9067	6047	0,00%
8062,2777	8062	0,00%
10077,6487	10078,01	0,00%
12093,0197	12093	0,00%
14108,3907	14108	0,00%
16123,7617	16124	0,00%
	Разом:	0,00%

Відповідно до отриманих результатів можна стверджувати, що можна прогнозувати $P_{авт}$ – кількість пересувань автомобільними маршрутами відповідно до запропонованої залежності (2) із визначеним відхиленням.

На рис. 2 зображено графік зміни $P_{жд}$ – кількості пересувань залізничними маршрутами при зміні розподілу FP між автомобільною та залізничною маршрутними мережами.

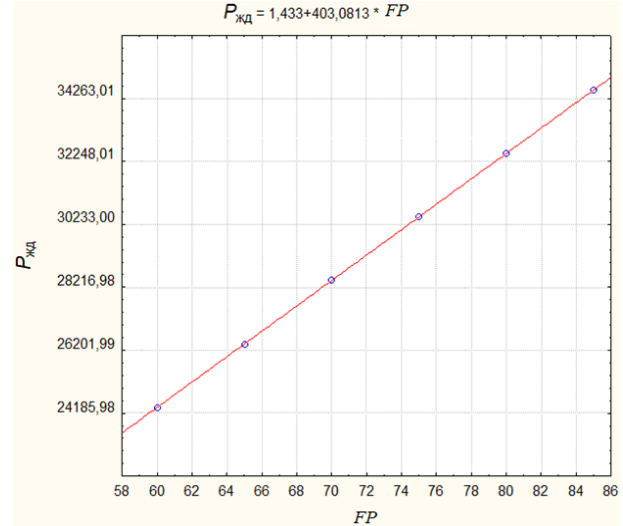


Рис. 2. Графік зміни $P_{жд}$ – кількості пересувань залізничною мережею при зміні розподілу FP між автомобільною та залізничною маршрутними мережами

$$P_{жд} = 1,433 + 403,0813 \cdot FP \quad (3)$$

Проведемо розрахунки за залежністю (3) й порівняємо отримані результати із базовими даними. Результати розрахунків зведено у таблицю 4.

Таблиця 4

Результати розрахунку кількості пересувань автомобільними маршрутами за залежністю (3).

$P_{жд}, од$	$P'_{жд}$ розраховане, од	Відхилення між $ P'_{жд} $ та $ P_{жд} $, %
34263,3435	34263,01	0,00%
32247,937	32248,01	0,00%
30232,5305	30233	0,00%
28217,124	28216,98	0,00%
26201,7175	26201,99	0,00%
24186,311	24185,98	0,00%
	Разом:	0,00%

Відповідно до отриманих результатів порівняння базових показників $P_{жд}$ – кількості пересувань залізничною мережею із визначеними за результатами розрахунків цього ж значення за залежністю (3) встановлено параметри такого відхилення.

Висновки та перспективи подальших розвитку

Підвищення функції перерозподілу обсягів перевезень відносно будь-якого маршруту різних видів транспорту, при сталій загальній кількості перевезень, обумовлює збільшення кількості перевезених пасажирів, транспортної роботи маршрутної мережі, середньосистемного коефіцієнту заповнення салону, кількості транспортних засобів. Визначено закономірності зміни базових показників функціонування системи міжміських пасажирських маршрутних перевезень від запропонованій функції перерозподілу обсягів перевезень, швидкості сполучення та коефіцієнту використання пасажиромісткості. Функція перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на видах транспорту забезпечує урахування загальної кількості пасажиромісць у маршрутній мережі відповідного типу транспорту при розрахунках перерозподілу обсягів перевезень пасажирів на видах транспорту

Література

1. Dolya, C. V. (2017). Gravity Model Formalization for Parameter Calculation of Intercity Passenger Transport Correspondence. *SCIENCE & TECHNIQUE*, 16(5), 437-443.
2. Dolya, C. Вплив особливостей малюнку транспортної мережі на довжину їздки між її вузлами на прикладі транспортної мережі України [Електронний ресурс] / Konstantine Dolya, Sergey Lyfenko, Sergey Nesterenko, Konstantin Vyatkin // *Технологічний аудит та резерви виробництва*. – 2017. – Т. 5, N 2(37). – С. 54 – 58. – Режим доступу : DOI : 10.15587/2312 – 8372.2017.112078
3. Dolia, K. Variativity of the Transport System at Intercity Passenger Transport from the Demand [Електронний ресурс] / K. Dolya // *International Journal of Data Science and Analysis*. – 2017. – Т. 3, №. 6. – Р. 77–84. – Режим доступу: doi: 10.11648/j.ijdsa.20170306.13
4. Dolya, C. Вплив особливостей малюнку транспортної мережі на довжину їздки між її вузлами на прикладі транспортної мережі України [Електронний ресурс] / Konstantine Dolya, Sergey Lyfenko, Sergey Nesterenko, Konstantin Vyatkin // *Технологічний аудит та резерви виробництва*. – 2017. – Т. 5, N 2(37). – С. 54 – 58. – Режим доступу : DOI : 10.15587/2312 – 8372.2017.112078
5. Dolya, C. (2017). Modeling of intercity passenger transportation system. *Technology audit and production reserves*, (2 (2)), 37-43. Retrieved from DOI : 10.15587/2312-8372.2017.100465
6. Dolya, K. Моделирование пассажирских транспортных корреспонденций между областными центрами в Украине [Електронний ресурс] / K. Dolya // *Технологічний аудит та резерви виробництва*. – 2017. – Т. 1, N 2(33). – С. 44–48. – Режим доступу : DOI : 10.15587/2312 – 8372.2017.93458.
7. Galkin, A., Dolia, C., & Davidich, N. (2017). The Role of Consumers in Logistics Systems. *Transportation Research Procedia*, 27, 1187-1194. Retrieved from DOI : 10.1016/j.trpro.2017.12.010
8. Kostiantyn, D., Olena, D., Sergey, L., & Anastasiia, B. (2018). Management of Freight Transport Projects in Cities in Assessing Their Effectiveness. *Software Engineering*, 6(2), 63. Retrieved from DOI: 10.11648/j.se.20180602.15
9. Galkin, A., & Dolya, C. (2017). Influencing financial flows on logistics technology solutions (case study on transportation mode selection). *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*.

References

1. Dolya, C. V. (2017). Gravity Model Formalization for Parameter Calculation of Intercity Passenger Transport Correspondence. *SCIENCE & TECHNIQUE*, 16(5), 437-443.
2. Dolia, K., Davidich, Y., Dolia, O., Lyfenko, S., & Uhodnikova, O. (2017). Modeling of polygons of maximum passenger route transport accessibility by the example of the transport system of Ukraine. *Technology audit and production reserves*, 6(2 (38)), 28-33.
3. Kostiantyn, D. (2017). Variativity of the Transport System at Intercity Passenger Transport from the Demand. *International Journal of Data Science and Analysis*, 3(6), 77.
4. Dolya, C., Lyfenko, S., Nesterenko, S., & Vyatkin, K. (2017). Influence of features of the transport network pattern on the haul cycle length between its nodes on the example of the transport network of Ukraine. *Technology audit and production reserves*, 5(2 (37)), 54-58.
5. Dolya, C. (2017). Modeling of intercity passenger transportation system. *Technology audit and production reserves*, (2 (2)), 37-43. Retrieved from DOI : 10.15587/2312-8372.2017.100465
6. Dolya, C. (2017). Modeling of passenger transport correspondence between regional centers in Ukraine. *Technology audit and production reserves*, 1(2 (33)), 44-48.
7. Galkin, A., Dolia, C., & Davidich, N. (2017). The Role of Consumers in Logistics Systems. *Transportation Research Procedia*, 27, 1187-1194. Retrieved from DOI : 10.1016/j.trpro.2017.12.010
8. Kostiantyn, D., Olena, D., Sergey, L., & Anastasiia, B. (2018). Management of Freight Transport Projects in Cities in Assessing Their Effectiveness. *Software Engineering*, 6(2), 63. Retrieved from DOI: 10.11648/j.se.20180602.15
9. Galkin, A., & Dolya, C. (2017). Influencing financial flows on logistics technology solutions (case study on transportation mode selection). *Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej. Transport*.

Рецензент: доктор економічних наук, професор К. А. Мамонов, Харківський національний університет міського господарства імені О. М. Бекетова, Харків, Україна

Автор: ДОЛЯ Олена Євгенівна
доцент, к.т.н., кафедри інформаційних управляючих систем
Харківський національний університет радіоелектроніки
E-mail– olena.dolya@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-0364-988X>

Автор: ДОЛЯ Костянтин Вікторович
доцент, к.т.н. кафедри земельного адміністрування
та геоінформаційних систем
Харківський національний університет міського
господарства імені О. М. Бекетова
E-mail - c.dolya@ukr.net
ID ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4693-9158>

DETERMINATION OF LAWS OF CHANGE OF PARAMETERS OF THE TRANSPORT SYSTEM

O. Dolia,¹ K. Dolia²

¹ Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

² O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, Ukraine

It is proved that when changing the parameters of the distribution of passenger traffic between automobile and railway route networks, the quantitative mean values of the average length of the route and medium network range of the ride change by less than 0,01%, and the transfer ratio remains unchanged. It is determined that changing the speed of the ride is such a factor that does not affect the quantitative values of the number of movements in the network, the transfer ratio, the average distance of the trip. At the same time, the existence of a polynomial dependence of the average coefficient of passenger capacity use and the number of buses on the speed of route/network rides has been proved. The functions of redistribution of volumes of transportation in relation to any route of different types of transport, with a constant total number of movements, causes an increase in the number of transported passengers, the transport operation of the route network, the average coefficient of passenger capacity, the number of vehicles.

The paper examined issues of studying the basis of intercity passenger transport routes. It is established that the system of intercity passenger route transportation is not isolated. This causes the influence of the environment on the quantitative indicators of the parameters of the functioning of these systems, which is due to the possibility of quantitative changes in the parameters entering the system. It was determined that the current state of scientific approaches does not fully take into account the interrelation of elements of the intercity passenger route system when calculating the basic parameters of the functioning of this system. It is proved that the issues of further development of scientific approaches regarding the features of accounting for the mutual influence of the quantitative characteristics of the elements of the system of intercity passenger route traffic is relevant and subject to study.

Keywords: transport system, intercity passenger transport route, basic parameters of transportation, efficiency, model.

ACKNOWLEDGMENT

This article has received
support of the project of University Nursing Program for Young Scholars with Creative Talents in Heilongjiang Province (No.UNPYSCT-2016099)